Dinàmica poblacional d'*Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821) (Echinoidea, Spatangoida, Toxasteridae) de l'Aptià de la conca del Maestrat (País Valencià, Mediterrània occidental)

Enric FORNER i Joan CASTANY

SHNB



SOCIETAT D'HISTÒRIA NATURAL DE LES BALEARS

Forner, E. i Castany, J. 2010. Dinàmica poblacional d'*Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821) (Echinoidea, Spatangoida, Toxasteridae) de l'Aptià de la conca del Maestrat (País Valencià, Mediterrània occidental)**.** *Boll. Soc. Hist. Nat. Balears,* 53: 71-84. ISSN 0212-260X. Palma de Mallorca.

S'ha avaluat l'estructura d'edat d'una població d'un equinoïdeu irregular, *Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821). L'estudi s'ha fet mitjançant una mostra aleatòria d'un jaciment, Mas de Borràs, de l'Aptià inferior de Morella, conca del Maestrat, Serralada Ibèrica, Mediterrània occidental, que s'ha interpretat com una paleobiocenosi. S'ha considerat que els intervals de la longitud màxima representen els estadis de creixement. Es conclou que l'estructura d'edat és la normal d'una espècie en condicions òptimes, però s'interpreta que els primers estadis del creixement estan infrarepresentats a causa dels processos estratinòmics. L'espècie és infàunica, viu sempre colgada en el substrat tou, la qual cosa facilita que romangui enterrada després de la mort i la seua fossilització. S'ofereix la hipòtesi que els exemplars més joves estan colgats molt superficialment i per tant més sotmesos a la bioturbació i l'onatge. Això impediria que els juvenils arribaren a quedar enterrats de forma definitiva en una proporció similar als d'edat més avançada. Existiria una probabilitat de fossilitzar directament proporcional a la profunditat en la qual estan colgats en vida fins assolir un cert llindar de fondària on la probabilitat tendirà al màxim assolit i hi romandria sense variacions.
Paraules clau: *Echinoidea, Spatangoida, paleoecologia, diagrama de freqüències de grandària, estructura d'edat, Aptià, conca del Maestrat, serralada Ibèrica.*

POPULATION DYNAMICS OF *HETERASTER OBLONGUS* (EQUINOIDEA) OF APTIAN FROM MAESTRAT BASIN (WESTERN MEDITERRANEAN). The age structure of an irregular echinoid population, *Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821), has been evaluated. The study was conducted by random sampling in a bed belonging to the inferior Aptian from Mas de Borràs (Morella, Maestrat basin, Iberian Chain), Western Mediterranean, that was interpreted to be a palaeobiocoenosis. It has been considered that length intervals, represent the growth stages. We concluded that the age structure was typical of a species in optimum conditions, but it is interpreted that the earliest growth stages are underrepresented due to biostratinomy processes. The species is infaunal, developing the life cycle buried in a soft substratum, which facilitates fossilization after death. But we point to the hypotheses the younger specimens are very superficially buried and therefore more subject to bioturbation and wave action. That would prevent younger echinoids to get permanently buried in a ratio similar to adults. The fossilizing probability would be directly proportional to the depth at which echinoids are buried in life, until reaching a certain threshold of depth where the probability will tend to be the highest and would remain without variations.

Keywords: *Echinoidea, Spatangoida, palaeoecology, size-frequency distribution, age structure, Aptian, Maestrat basin, Iberian Chain.*

Enric FORNER, Ateneu de Natura, carrer Sant Roc, 125 1 3r 5a, 12004 Castelló de la Plana, e-mail: forner_enr@gva.es (autor de correspondència); Joan CASTANY, A. Paleontològica d'Onda, carrer Mestre Ripolles, 40 Pta. 24 12003. Castelló de la Plana,e-mail: grupaucastello@gmail.com.

Recepció del manuscrit: 17-ago-10; revisió acceptada: 30-oct-10

Introducció

Els estudis paleontològics sobre invertebrats referits a la conca sedimentària del Maestrat, des dels primerencs del segle XIX (Vilanova, 1859, 1870; Coquand, 1865; Landerer, 1872; Mallada 1887; Verneuil & Lorière), passant pels posteriors de la vintena centúria (Prever, 1904; Cossmann, 1904; Astre 1925; Van Straelen, 1927; Bataller, 1945, 1947 i 1959; Canerot i Collignon, 1981; Calzada 1973, 1976, 1989, 1996, 1997 i 2000; Royo, 1995; Calzada i Forner, 1996; Calzada i Urquiola, 1996), fins arribar als més recents (Calzada, 2002 i 2005; Calzada i Forner, 2006 i 2009) han estat emmarcats sempre, estrictament, dins de l'àmbit de la descripció de nous tàxons i la seua sistemàtica.

Poc s'ha fet en l'àmbit de la tafonomia i la paleoecologia. No coneixem, en aquestes coordenades espacials i temporals, cap treball centrat en estudis de comunitats fòssils o dinàmica poblacional. Per a una visió més completa dels treballs publicats en aquest espai geogràfic es pot consultar Forner (2009, 2010, 2011a i 2011b) i Forner i Castany (2010).

Com a treball específic d'equínids, sempre en l'àmbit de la taxonomia, cal remarcar les publicacions de Lambert (1928 i 1935), on a partir dels exemplars que li va remetre el geòleg castellonenc Josep Gòmez i Royo va descriure quatre espècies endèmiques d'aquesta conca: *Cotteaudia royoi*, *Tetragramma giganteum*, *Botriopygus royoi* i *Orthopsis royoi*. Més recentment Villalba (1991) va descriure una espècie nova, *Heteraster melendezi*, en la seua tesi doctoral. Totes cinc espècies procedents de l'Aptià. Els treballs d'aquesta última autora són els més complets sobre equinoïdeus de la Conca del Maestrat (Villalba, 1991, 2003a, 2003b). Cal citar també un treball recent de recopilació de tota la fauna equínida trobada al Maestrat (Saura i Castany, 2011).

En tot cas no s'ha fet mai cap treball de dinàmica poblacional sobre equinoïdeus cretacis de la conca del Maestrat. Ni tampoc d'*Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821) d'arreu, tot i ser molt representatiu de l'Aptià i ser un fòssil abundant, tant a la conca maestratenca com també a la resta del nord oest del Tetis.

Encara que sempre escassos, els treballs de dinàmica poblacional, podem citar, a tall d'exemple, dins de la família Toxasteridae Lambert 1920, els estudis sobre el gènere pròxim, *Toxaster*, d'edat inferior (Barremià-Valanginià) i d'un altre àmbit geogràfic, Arc de Castellane, al sud-est de França (François *et al.,* 2003; François i David, 2006).

En cap cas, però, s'ha estudiat l'estructura d'edat d'una població d'equinoïdeus cretacis, mancança que en justificaria l'estudi que encetem.

Material i Mètodes

Marc geogràfic i geològic

El jaciment de Mas de Borràs està situat a l'est de la mola de la Garumba, al municipi de Morella, comarca dels Ports, a l'est de la península Ibèrica. (Fig. 1). Es localitza en la part més oriental de la Serralada Ibèrica i al sud de la Serralada Costera Catalana, que correspon a la Zona d'Enllaç entre ambdues serralades (Guimerà, 1984). Salas i Guimerà (1996; 1997) l'han definit com a conca cretàcica inferior del Maestrat i l'han dividit en set subconques. El jaciment pertany a la subconca de Morella. Estratigràficament correspon a l'Aptià inferior, a la part més alta de la formació *Calcàries i Margues de Xert* (Fig. 2) prop de la formació superior *Margues del Forcall* (Canerot *et al*., 1982) que a la subconca de Morella ha estat subdividida en tres trams (Canerot *et al*. 1982; Salas, 1986; 2003) i el jaciment estudiat queda un poc per sota del tram inferior anomenat *Margues de Cap de Vinyet*. *Heteraster oblongus* és corrent tant en la formació *Xert* com en el tram de *Cap de Vinyet*. Els materials que el conformen són de colors ocres, beixos, esgrogueïts. El constitueixen margues amb paquets de *wackestones* nodulosos intercalats i puntualment argiles. La zona on s'ha recollit la mostra, d'uns pocs centímetres de potència, es troba tot just al sostre de les *Calcàries i Margues de Xert*. Aquesta formació pertany a l'Aptià, concretament al Bedulià inferior, tot i que algun treball recent apunta la possibilitat que fos Barremià (Moreno-Bedman i Garcia, 2011).

Correspon a una fase de transgressió marina i representa ambients oberts i distals d'una plataforma carbonatada, plenament

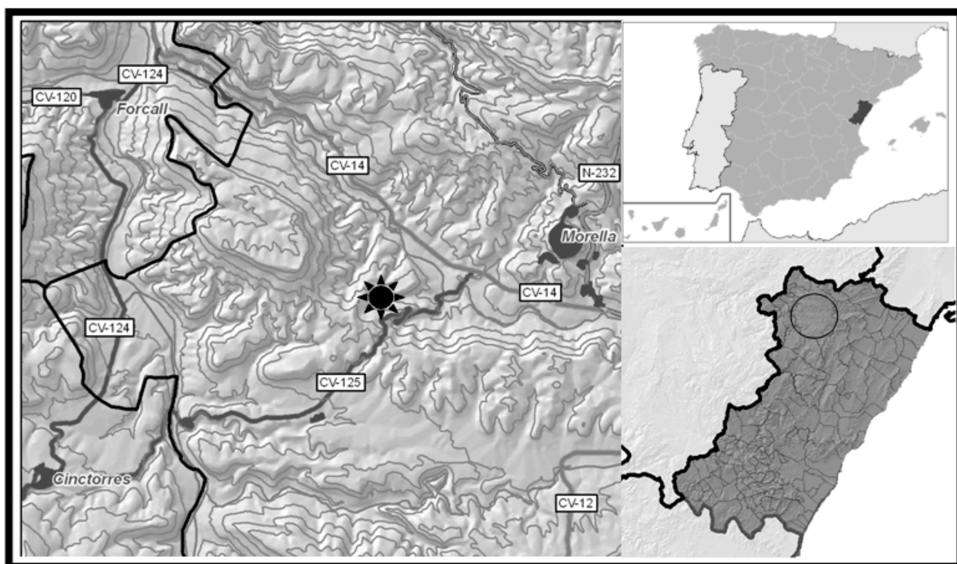


Fig. 1. Mapa amb la localització del jaciment de Mas de Borràs (Morella; Conca del Maestrat; Mediterrània occidental).

***Fig. 1**. Geographic map with the fossiliferous locality: Mas de Borràs (Morella; Maestrat basin; Western Mediterranean).*

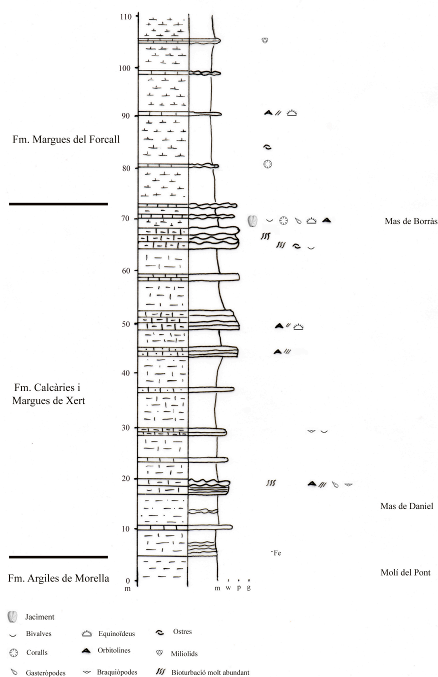


Fig. 2. Columna estratigràfica de Mas de Borràs.
Fig. 2. *Stratigraphic column of Mas Borrás.*

marins, tot i que d'aigües somes i d'una certa proximitat al continent, com indica l'entrada d'argiles.

A nivell general durant el Cretaci es considera que l'àrea estudiada quedaria dins del cinturó d'aigües tropicals de la terra, en base a la distribució d'organismes típics d'aigües càlides com ara els foraminífers (significativament els Orbitolínids), els Rudistes i el repartiment de les potents acumulacions de calcàries de plataforma; això fa suposar que la zona tindria un clima càlid i humit semblant al que actualment hi ha entre les latituds 20º i 25º (Rat, 1982). Els mapes paleogeogràfics de Dercourt *et al.* (1986) situen la conca del Maestrat durant l'Aptià en una paleolatitud aproximada d'entre 26º i 27,5º, un poc més al nord; el clima global de la Terra era més càlid que l'actual.

Material

S'han recollit 545 *H. oblongus*, dels qual s'ha pogut mesurar amb precisió la longitud de 343 exemplars. El material es diposita a la col·lecció paleontològica i mineralògica de l'Ajuntament d'Onda (Castelló), amb els registres CFC2521.1 al CFC2521.545. Per a l'estudi tafonòmic s'han estudiat al camp, incrustats en la matriu, en la pròpia capa, 146 exemplars d'*H. oblongus*.

Mètode

D'acord amb el criteri de Martinell *et al.* (1980) es considera que un estudi paleoecològic ha de basar-se en les premisses d'un estudi tafonòmic del jaciment i unaa mostra establerta amb mètodes estadístics i aconseguida mitjançant tècniques que asseguren l'atzar en la recollida dels exemplars.

L'estudi tafonòmic del jaciment és objecte d'un altra publicació (Forner i Castany, en premsa) tot i que s'inclouen en els resultats algunes dades bàsiques al respecte. Dins de l'estudi s'ha fet una recerca de tots els exemplars d'*H. oblongus* (N= 146) que es podien observar en la capa, inclosos en la matriu sòlida; s'ha pres, entre altres dades, la posició de cada exemplar respecte de la què tenia en vida i l'orientació amb brúixola de l'eix anterior-posterior, el pla de Lovén (1874), per establir si existia orientació dominant.

Partint de la característica que els equinoïdeus tenen un creixement al llarg de tota la vida s'ha considerat la dimensió màxima com un indicador de l'edat. De fet, la utilització de la longitud de la conquilla (*size-frequency diagram*) en invertebrats que no tenen una parada de creixement ha estat usada generalment per analitzar l'estructura d'edat d'una població. I quan ha estat possible fer una comparança de la utilització de la longitud de la conquilla

amb altres procediments més directament relacionats amb estadis de creixement com ara el número de voltes en gasteròpodes, ha donat corbes de creixement molt semblants en ambdós procediments (Porta, 1981). La longitud, en un equinoïdeu irregular, és la dimensió màxima de l'eix anterior-posterior. S'han establert vuit estadis de creixement. Per l'obtenció de la longitud dels intervals de classe s'ha seguit a Doménech (1982). S'analitza, en conseqüència, l'estructura d'edat de l'espècie a partir del moment en què van morir; es representa mitjançant un diagrama de freqüència de l'edat.

Per a l'obtenció d'una mostra significativa per estimar les proporcions de cada classe (Domenech, 1982), se n'ha escollit una superior a n = 400, perquè amb un risc del 5%, la precisió fóra del 5%; finalment aquesta ha estat lleugerament inferior (5,4 %), atès que després de comptar i mesurar en el laboratori els 545 exemplars recollits a l'atzar en el camp, únicament s'han pogut mesurar amb precisió 343 individus. S'han descartat tots aquells que, bé per trencaments o deformacions, bé per contenir restes de matriu, no permetien la mesura exacta. S'han seleccionat tots els exemplars corresponents a un mateix jaciment i a un mateix estrat d'una potència prospectada de pocs centímetres. Per tal que l'elecció de la mostra fóra a l'atzar s'ha llançat aleatòriament dins la superfície del jaciment un cercle (diàmetre 49 cm; superfície 0,1886 m^2) i s'han recollit els exemplars visibles en superfície que hi quedaven a dins. S'ha repetit l'operació 36 vegades (6,78 m^2) fins assolir una mostra suficient. En 16 d'aquestes 36 mostres es recolliren, a més dels exemplars d'*H. oblongus,* tots el fòssils majors de 5 mm i fragments que es podien assignar a un sol individu a l'objecte d'obtenir dades de l'associació fòssil (3,02 m^2; n = 856). En total, la mostra recollida només en aquestes 16 extraccions és de 856 exemplars, entre ells 286 *oblongus*. El detall de les espècies trobades es presenta en la taula 1. Tots els exemplars de l'equinoïdeu s'han identificat, numerat i mesurat amb peu de rei; les mesures es donen en mm arrodonides a dècimes de mm.

En la sistemàtica, nomenclatura i ecologia s'ha seguit el Moore (Durham, 1966; Fischer, 1966); per l'espècie s'ha seguit a Villalba (1993; 2003) i Domínguez *et al.* (2009); i en la terminologia tafonòmica a Kidwell *et al.,* (1986) i De Renzi *et al.* (1978).

Resultats

Tafonomia

Segons l'estudi tafonòmic (Forner i Castany, en premsa) ens trobem davant d'una paleobiocenosi*,* una comunitat fòssil formada per elements pertanyents a la mateixa antiga biocenosi que no ha estat transportada. Els fòssils en capa no presenten cap orientació definida, estan sencers (98 %) i no presenten mostres de fragmentació. Els pocs exemplars trencats (2 dels 146, observats en la capa), de tall net al marge de la matriu, s'han assignat a processos post desenterrament, degut a canvis bruscos de temperatura. No hi ha hagut arrossegament hidrodinàmic abans de l'enterrament, per tant no hi ha fenòmens de selecció dinàmica de materials. En cap dels exemplars hi ha signes de rodament. El 61% dels casos conserven la posició de vida amb la cara oral cap a sota, el 27% estan invertits (peristoma cap amunt) i el 12 % restant en posició lateral; la ubicació inestable d'aquests darrers només és imaginable en un substrat amb certa consistència. Aquestes últimes dues posicions, que suposen un terç

lel total, fan pensar que hi ha una moderada ɔioturbació, entre la que s'ha d'incloure 'activitat excavadora de la pròpia espècie. ̲a conservació és perfecta, es poden ɔomptar tots els tubercles on s'insereixen les 'adioles, es veuen els gonoporus, el nadreporit i els porus ambulacrals. No s'ha ɩpreciat en els equinoïdeus, de forma ʒeneralitzada, incrustacions *post mortem*, de a qual cosa s'ha interpretat que els fòssil no ıan estat exposats inicialment ni exhumats ımb posterioritat. En les mostres, les ɩgressions de predadors són percentualment ɔaixes (14 %) i podrien pertànyer a atacs no 'eeixits o que, tot i causar la mort de 'equinoïdeus, aquest no va ser consumit. No ɜs pot, però, avaluar l'impacte total de la ɔredació sobre l'espècie perquè no hi queda ɔonstància ni de la pèrdua que suposa la lesaparició total de l'exemplar ni de les 'racturacions totals de les conquilles que ɔodien impedir la fossilització, atès que per ɩccedir a la carn el depredador havia de 'ompre la conquilla. Entre les alteracions 'òssils diagenètiques, l'única remarcable és a constatació d'un procés de dissolució de es conquilles d'aragonita prèvia a la ɔompactació definitiva, atès que no hi ha ɔuits i els fòssils que tenen aquesta ɔonstitució en la conquilla, com ara els ʒasteròpodes, s'han conservat en forma de notlle intern: *Aporrhais simplex* (Coquand, 1865); *Trochonerita gigas* (Verneul & ̲orière, 1868). Per contra, tots els que estan 'ormats per calcita han conservat la ɔonquilla com el cas de les famílies Ɔstreidae i Pectinidae dins la classe Bivalvia els Equinoderms: *Ceratostreon uberculiferum*, Koch & Dunker, 1837; *Veithea atava* (Roemer, 1839); *Leptosalenia ɔrestensis* (Desor, 1856). En conclusió, no ;'hi constaten processos biostratinòmics, ılteracions entre la mort del organisme i el ;eu enterrament, ni fòssils diagenètics, ılteracions que pateixen les restes entre l'enterrament i el seu descobriment, que puguen alterar l'estructura d'edat de l'espècie analitzada. Les úniques alteracions remarcables són els processos de meteorització; els eriçons mostren una dissolució parcial i poc intensa en la calcita de la conquilla per l'efecte de la pluja, lleugerament àcida pel CO_2 dissolt, després de ser desenterrats i quedar exposats. També hi ha algun trencament recte per fractura de la matriu causada pel gel. En qualsevol cas, aquests fenòmens no alteren ni la composició de l'estructura de edat de l'espècie ni el percentatge de la comunitat perquè no han eliminat cap individu. No s'aprecia que actue cap element de forma diferencial per la grandària del fòssil.

No s'ha pogut constatar cap procés de *time averaging* (Fürsich, 1990), que nosaltres anomenem condensació temporal, davant altres possibles traduccions com ara "*d'homogenització temporal*" (Martinell, 1997: 139) o "*promedio temporal*" (Fernández-López, 2000: 273), perquè no s'ha pogut establir la velocitat de sedimentació. La capa explorada és centimètrica. En qualsevol cas, d'haver existit, no sembla que aquest fenomen hagi

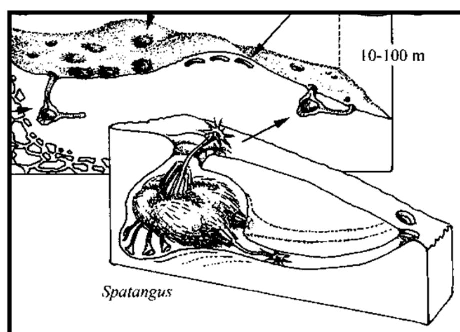


Fig. 3. *Modus* de vida infàunic dels Echinoidea de l'ordre Spatangoida. Pres de Dominguez *et al*. (2009).

Fig. 3. *Infaunic lifestyle of Echinoidea Order Spatangoida. From Dominguez* et al. *(2009).*

pogut afectar a l'estructura d'edat de la població; potser sí a la densitat de la concentració o a l'increment de la biodiversitat de la comunitat.

El jaciment es tracta d'una concentració de fòssils (Fürsich, 1990); la densitat en superfície del material recollit de tot tipus de macrofòssils (individus majors de 5 mm) és de 270 exemplars per m^2. Tots són marins i predominen els infàunics (71%). No presenten cap classificació per grandària.

Per concloure, cal afirmar que la paleobiocenosi que presenta el jaciment permet fer interpretacions paleoecològiques (Reguant, 1991).

Estudi poblacional

L'espècie estudiada, *Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821), és un equinoïdeu irregular de l'ordre Spatangoida. En aquest ordre les espècies són infàuniques, detritívores, amb adaptacions a la forma de viure colgat. La majoria dels equinoïdeus irregulars actuals viuen més o menys enterrats en substrats d'arena o fang (Durham, 1966: U259). S'interpreta que *H. oblongus* vivia enterrat dins del substrat tou de manera permanent (Fig. 3). Aquestes característiques afavoreixen un alt percentatge de fossilització i que aquesta es produesca en perfectes condicions. De fet en els 16 cercles on s'han recollit tots els fòssils (N= 856) hi havia 2 exemplars de l'equinoïdeu regular *Leptosalenia prestensis* (sencers, sense pues i sense incrustacions), que són eriçons epibentònics i vegetarians davant dels 286 irregulars d'*H. oblongus,* infàunics i detritívors; la proporció dels primers (<1%), no es pot correspondre òbviament a la comunitat viva. L'esbiaixament en el registre fòssil dels equinoïdeus lligat al *modus* de vida ha estat assenyalat per Greenstein (1993). És important recordar que la conquilla d'aquest eriçó irregular és molt poc gruixuda i, per aquest motiu, feble; la composen múltiples peces que es poden desarticular si no queda enterrada ràpidament. La desarticulació de la corona dels equinoïdeus que queden exposades és qüestió de dies (Kidwell i Baumiller, 1989; 1990; Greenstein, 1991). El mineral que la conforma, però, és calcita, que és més estable que l'aragonita per la qual cosa en condicions d'enterrament immediat es conserven bé les conquilles; també pot jugar un paper en la conservació tenir l'estómac ple de sediment, atès el seu caràcter detritívor. Per aquestes característiques, ser infàunica i amb conquilla de calcita, s'ha escollit aquesta espècie per estudiar l'estructura d'edat. No presenten incrustacions, circumstància que indica que no han quedat exposats fora del substrat en cap moment. L'enterrament "*in situ"* conformarà una paleobiocenosi o comunitat fòssil que en principi hauria de registrar fidelment la composició específica i l'estructura d'edat dels organismes amb parts dures, com han indicat Fürsich (1990) i Martinell (1997). La predació no presenta un efecte important sobre la viabilitat de la població, que continuarà estant ben representada en el sentit ascendent de la columna estratigràfica.

La densitat mitjana d'*H. oblongus* en la mostra és de 80 exemplars/m^2. És una de les dues espècies dominants en la comunitat fòssil (Taula 1). És l'únic equinoïdeu irregular que s'ha recol·lectat, dins i fora de la mostra. La longitud dels exemplars recol·lectats presenten un interval que va dels 5,5 mm als 57,2 mm. S'han establert 8 estadis de creixement (Taula 2). Els primers presenten un percentatge sobre el total sempre inferior al següent. No minven fins al quart estadi (interval de 24 a 29 mm de longitud). I és a partir d'aquest quan

Tàxon	núm.	%
ECHINODERMATA	**288**	**33,64**
Heteraster oblongus (Brogniart, 1821)	286	33,41
Leptosalenia prestensis (Desor, 1856)	2	0,23
MOLLUSCA. BIVALVIA	**118**	**13.79**
Pseudolimea royeriana (Orbigny, 1847)	4	0,47
Trigonia caudata (Agassiz, 1840)	2	0,23
Trigoniidae	3	0,35
Neithea atava (Roemer, 1839)	15	1,75
Ceratostreon tuberculiferum, Koch & Dunker,1837	39	4,56
Ostreidae	11	1,29
Bivalvia *spp*	44	5,14
MOLLUSCA. GASTROPODA	**334**	**39.02**
Trochonerita gigas (Verneul & Lorière, 1868)	1	0,12
Aporrhais simplex Coquand, 1865	319	37,27
Bullidae	1	0,12
Gastropoda *spp*	13	1,52
CNIDARIA. ANTHOZOA	**44**	**5.14**
Cycloseris escosurae Mallada, 1887	44	5,14
ANNELIDA	**71**	**8.29**
Serpulidae	71	8,28
ARTHROPODA. CRUSTACEA	**1**	**0.12**
Decapoda	1	0,12
TOTAL	856	100,00

Taula 1. Llista d'espècies i freqüència de la comunitat fòssil del Mas de Borràs (Conca del Maestrat).
Table 1. *Species list and frequency of the fossil community from Mas de Borràs (Maestrat basin).*

decreixen progressivament en la seua participació del total. A la darrera classe la davallada és molt important respecte l'anterior com es pot esperar dels exemplar més vells.

Dins la mostra de la comunitat (Taula 1) els equinoïdeus representen el 34% del total d'individus. Ens indicaria un medi plenament marí de salinitat normal. El filum més important, tant en nombre d'espècies com d'exemplars, és Mollusca, amb el 53%. Amb el predomini de la classe Gastropoda amb l'espècie més abundant del jaciment, *Aporrhais simplex* Coquand, 1865, gasteròpode carnívor d'hàbits endobentònics. És remarcable la important presència d'un corall solitari amb més d'un 5% del total de fòssil de la mostra, que ens ajuda a fixar el límit màxim de profunditat: 100 m atès que els cnidaris hermatípics, que fabriquen un exoesquelet calcari, en alguns casos ajudats per les algues zooxantel·les que viuen simbiòticament amb ells, no poden viure més enllà dels 100 m de fondària, que és el límit fins on poden viure aquelles algues (Àlvarez, 1988). No hi ha braquiòpodes. Dominen les espècies endobentòniques, tot i que no hi ha que obviar un possible esbiaix pel modus de vida. I encara els epibentònics més freqüents com el corall citat, *Cycloseris escosurae* Mallada, 1887 o l'ostrèid *Cera-*

intervals L mm	n	%
< 12	46	13,41
12 a 17,9	55	16,03
18 a 23,9	59	17,20
24 a 29,9	79	23,03
30 a 35,9	43	12,54
36 a 41,9	32	9,33
42 a 47,9	25	7,29
>47,9	4	1,17
Total	343	100,00
L màxima	57,20	
L mínima	5,50	
mitjana	25,08	
desviació estàndard	10,85	

Taula 2. Distribució en intervals de longitud (L) d'*Heteraster oblongus* (Brongniart, 1821) de l'Aptià del Mas de Borràs (Conca del Maestrat).
Table 2*. Length intervals (L) distribution of* Heteraster oblongus *(Brongniart, 1821) from Mas de Borràs Aptian (Maestrat basin).*

tostreon tuberculiferum Koch & Dunker, 1837, amb un 4,6 % de la mostra, es fixen sobre conquilles, no sobre el substrat dominant.

Discussió

L'alta densitat d'*H. oblongus*, de 80 individus per m^2, suggereix que aquests equinoïdeus mostren una tendència al gregarisme o, si més no, a les altes concentracions quan es donen condicions favorables. Això mateix ocorre amb altres espècies d'equinoïdeus irregulars. *Dendraster excentricus* s'ha citat amb una densitat extrema de 480 ind/m^2 (Durham, 1966). L'abundància de l'espècie també ve reflectida en el fet, poc usual, que a la comarca dels Ports hi ha un nom popular específic per a aquest fòssil: "*corets*", per la forma, que recorda un cor. Cal concloure que les condicions, en principi, els eren molt favorables; possiblement disposaven d'un detritus ric que podia alimentar una població molt densa i no es veien afectats per altres factors restrictius (salinitat, oxigen, etc) o pressió excessiva dels depredadors. La proximitat al continent, tal com indiquen els aportaments d'argiles, pot explicar l'abundància d'aliment esmentada. No es pot descartar tampoc el fet que puntualment es produïren episodis (tempestes, fortes avingudes) que alteraren radicalment la situació (canvis en salinitat, acumulacions sobtades de sediments...) i que suposaren mortalitats generalitzades. La situació global que representa l'estructura d'edat ens indica una espècie sobre la qual la pressió dels caçadors no afecta el seu estat de desenvolupament ni pateix altres factors limitants, les densitats són molt altes i la piràmide, completada en tots els intervals, mostra una estructura normal en condiciones òptimes.

Un recent estudi indica que la grandària per si sola no és un element que incremente la probabilitat de la preservació (Behrensmeyer *et al.,* 2005). No tenim cap element que puga suggerir que dins aquesta població la preservació siga diferent per grandària. La baixa proporció dels fòssils en els estadis juvenils es deu possiblement a una causa bioestratinòmica. La capa més superficial del substrat devia estat més sotmesa a la bioturbació, fonamentalment a l'acció de peixos i decàpodes, i a les alteracions d'onatge fins i tot en un medi molt tranquil; per la qual cosa el perill de ser desenterrat i quedar exposat seria directament proporcional a la fondària de l'enterrament. Aquest procés bioestratinòmic seleccionaria negativament els individus pertanyents als estadis de creixement inferiors, de grandària més menuda. Aquests fenòmens no afectarien

els individus grans, enterrats a major profunditat (des de la classe 24 a 29 mm), on la fondària del seu enterrament devia assegurar una situació estable, no alterada i, per tant, una bona fossilització. Per al cas que ens ocupa es creu que aquest llindar s'assoleix a la fondària que en vida ocupava l'estadi quart, això és, els exemplars entre 24 i 29 mm de longitud. La profunditat de la seua ubicació era de forma necessària superior als dos centímetres, com s'indicarà, sense poder precisar més. Aquesta circumstància permet suggerir que encara hi quedarien dos intervals subrepresentats, que, imaginem, s'enterrarien a profunditats superiors a dos centímetres i que no apareixen en la peça que es comenta a continuació. Dins d'un dels cercles de mostreig va aparèixer una peça singular (Fig. 4).

No se n'ha trobat cap altra, tot i cercar-la, en el jaciment, en visites posteriors. És una peça de matriu amb fòssils, de 4 cm de costat i un gruix que varia de 9,8 mm a 18,9 mm. La superfície és inferior a 13 cm^2. Conté 41 exemplars visibles per les dues cares (5 d'ells mesurables) d'*H. oblongus* i 6 fragments menors a 1 cm d'exemplars grans d'aquesta espècie, múltiples fragments no classificats d'altres espècies i un exemplar complet del cnidari *Cycloseris escosurae* (Mallada, 1887). Els trets que fan singular la peça són els següents: (1) hi ha abundant fragmentació, que no s'ha trobat en la resta del jaciment, ni en la capa. Conté 6 fragments de plaques d'eriçons, d*'H. oblongus;* en algun cas corresponen a ambulacres, de mesures mitjanes. No se'n troben solts: cap en la mostra. (2) El major

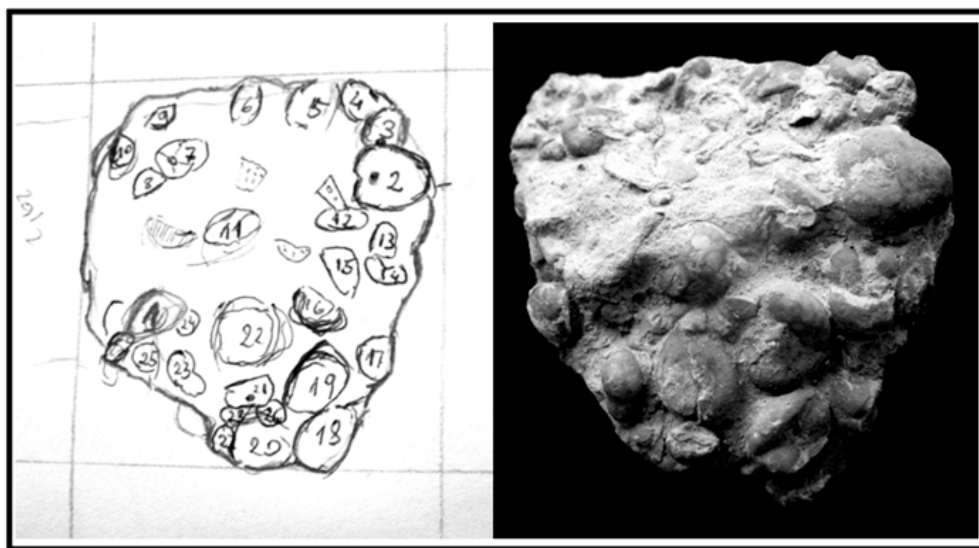


Fig. 4. Peça amb matriu i *Heteraster oblongus* (numerats) del primer interval de grandària, els més joves. De l'Aptià del Mas de Borràs (Conca del Maestrat). Mesures: 40 x 40 x 19 mm. Vista del sostre. Tots els números representen *H. oblongus*.

Fig. 4. *Piece with matrix and* Heteraster oblongus *(numbered) of the first stage (the youngest). Mas de Borràs (Maestrat basin) from Aptian. Measures: 40 x 40 x 19 mm. Top view. All numbers represent* H. oblongus.

dels 41 individus sencers mesura 9,5 mm aproximadament, és a dir tots són del primer estadi de creixement; no n'hi ha cap, sencer, corresponent als altres estadis. (3) La posició d'aquests exemplars està força alterada ja que un 45% estan en posició lateral (plantats), inestable, front al percentatge de l'11,6 % dels que s'han estudiat en la capa (n = 146): quatre vegades més. (4) La densitat, considerant els individus sencers per superfície en qualsevol de les dues cares d'aquesta peça singular, és superior a 15.000 ind/m^2 quan la mostra general presenta 80 ind/m^2. Tot apunta que el fragment singularment conservat correspondria a la primera capa, més exposada (1-2 cm), que normalment no fossilitzaria. L'extraordinària densitat mostrada en la peça suggereix que devia haver una classe inferior d'*H. oblongus* força abundant, com caldria esperar. Això contrasta amb el resultat de la mostra en el seu conjunt. D'altra banda és de suposar que la població presentaria una estructura corresponent a un situació òptima: l'hàbitat els era favorable i no tenien restriccions importants de nutrients; les condicions vitals i la pressió dels predadors no alterava la seua viabilitat. La piràmide d'edat està ben estructurada i s'assoleix la màxima longitud, 57,2 mm, registrada per l'espècie. (Villalba, 1993; 2003). Aquest fet es reforça també per les altes densitats assolides i per tractar-se de l'únic equinoïdeus irregular present al jaciment, que ocupa en exclusiva el nínxol ecològic.

Agraïments

Als propietaris del Mas de Borràs, la família Ferrer, per les facilitats per accedir a la finca. A Rosa Domènech i Jordi Martinell per la lectura del text i els molts suggeriments per millorar-lo. A Emili Gombau per aixecar la columna estratigràfica. A Vicent Gual per la col·laboració en les figures. A Miquel Tirado per la revisió dels textos en anglès. A Vicent Usó per la correcció ortogràfica. Als revisors que, amb els seus suggeriments, han contribuït a millorar l'article.

Referències

Astre, G. 1925. Une comatule aptienne de la province de Castellón. *Butlletí Institució Catalana d'Història Natural*, tom 35: 170.

Bataller, J.R. 1945. Segundo suplemento a La fauna coral·lina del Cretàcic de Catalunya i regions limítrofes. *Anales de la escuela S. de Agricultura*, vol. V. Barcelona.

Bataller, J.R. 1947-50. Sinopsis de las especies nuevas del Cretácico de España, publicat en *Anales de la Real Academia de Ciencias y Artes de Barcelona*.(1947) Volumen XXVII, núm. 12 memòria 586 3ª època: pp 279-484; i *Anales de la Escuela de Peritos Agrícolas y de Especialidades Agropecuarias y de los Servicios Técnicos de Agricultura*, Volumen VI (1947): 2-186: Volumen VIII (1949): 5-148; Volumen IX (1950): 61-165.

Bataller, J.R. 1959. Primer suplemento a la "Sinopsis de las especies nuevas del Cretáceo de España". *Boletín del Instituto Geológico y Minero*. Tomo LXX: 1-77.

Behrensmeyer, A.K., Fürsich, F.T., Gastaldo, R.A., Kidwell, S.M., Kosnik, M.A., Kowalewsky, M. Plotnick, R.E., Rogers, R.R. i Alroy, J. 2005. Are the most durable shelly taxa also the most common in the marine fossil record? *Paleobiology*, 31 (4): 607-623.

Best, M.M.R., Ku, T.C.W., Kidwell, S.M- i Walter, L.M. 2007. Carbonate preservation in Shallow Marine Environments: Unexpected role of tropical silicalastics. The journal of Geology, vol. 115: 437-456.

Calzada, S. 1973. *Confusiscala caneroti* n. sp. del Aptiense inferior de Chert (Castellón). *Acta Geológica Hispànica*, 4: 131-133.

Calzada, S. 1976. Dos moluscos del Infracretácico español. *Boletín Real Sociedad Española de Historia Natural (Geología),* 74: pp. 29-35.

Calzada, S. 1989. Gasterópodos del Aptiense inferior de Forcall (Castellón, España). *Batalleria*, 2: 3-22.

Calzada, S. i Urquiola, M.M. 1995. Algunos nerineidos del Cretácico de Castellón. *Batalleria*, 5: 59-63.

Calzada, S. i Forner, E. 1996. Algunas acteoninas cretácicas (Gasteropoda) del Levante español. *Batalleria*, 6: 39-44.

Calzada, S. 1996. Gasterópodos hauterivienses de Castellfort (Castellón). *Batalleria*, 6: 67-75.

Calzada, S. 2000. Algunos gasterópodos aptienses de Cervera del Maestrat. *Batalleria*, 9: 31-35.

Calzada, S. 2000. *Asensidea asensii*, de Olocau del Rey.

Calzada, S. 2005. Sobre Aphanoptyxis forneri n. sp. (Nerineido cretácico) y su inclusión en Aphanoptyxinae nova subfamilia. *Batalleria*, 12: 45-48.

Calzada, S. i Forner, E. 2006. Un nuevo tróquido del Aptiense de Cervera del Maestre. *In: Miscel·lania en homenatge a José Eixarch Frasno*: 49-51. Ajuntament de Forcall. Vinaròs.

Calzada, S. i Forner, E. 2009. Algunos gasterópodos cretácicos de Cervera del Maestrat. *Batalleria*, 14: 37-48.

Canerot, J. i Collignon, M. 1981. Le faune albienne de Traiguera (province de Castellon –Espagne)", *Docum. Lab. Géol.*

Canerot, J, Cuny, P., Pardo, G. Salas, R., i Villena, J. 1982. Ibérico Central Maestrazgo. *In:* A. Garcia Ed.: *El Cretacico en España*: 273-344. Universidad Complutense de Madrid. Madrid.

Coquand, H. 1865. *Monographie paléontologique de l'étage Aptien de l'Espagne*. Société d'Émulation de la Provence. Marseille.

Cossmann, M 1904, *Essais de Paléoconchologie comparée*, 6, 152 p., Paris.

De Renzi, M., Martinell, J. i Reguant, S. 1975. Bioestratigrafía, tafonomía i paleoecología. *Acta Geològica Hispànica*, 10(2): 80-86.

De Renzi, M. i Martinell, J. 1979. Algunos aspectos de la problemàtica de la especie paleontológica. Aplicación al caso de diferenciación biométrica de *Nassarius semistriatus* (Brocchi, 1814) y *N. elatus* (Gould, 1845). *Studia Geologica* 15: 7-36.

Dercourt, J., Zonenshain, L.P., Kazmin, V.G., Le Pichon, X., Kreipper, A.L., Grandjaquet, C. Sbortshikov, I.M., Geissant, J., Lepurier, C., Pechensky, D. D.H., Boulin, J., Sibuet, J.C., Savostin, L.A., Sorokhtin, O., Westphal, M., Bazhenov, M.L., Lamer, J.P. i Biju-Duval, B 1986. Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to the Pamir since Lias. *Tectonophisics*, 123: 241-315.

Domènech i Massons, J. 1982. *Bioestadística. Métodos estadísticos para investigadores*. Editorial Herder. Barcelona.

Domínguez, P., Le Menn, J., Martí Mus, M. i Villalba, M.P. 2009. Equinodermos. *In*: Matínez Chacon, M. L. y Rivas, P. (eds.). *Paleontología de invertebrados*: 447-496. Sociedad Española de Paleontologia, IGME, Univ. de Oviedo y Univ. de Granada. Oviedo.

Durham, J. W. 1966. Ecology and Paleoecology. In: Moore, R. C. (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U. Echinodermata 3, Volume 1*: U257-U265. The Geological Society of America and the University of Kansas. New York.

Fernández-López, S. 2000. La naturaleza del registro fósil y el análisis de las extinciones. *Coloquios de Paleontología*, 51: 267-280.

Fischer, A. G. 1966. Spatangoids. In: Moore, R. C. (ed.). *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part U. Echinodermata 3, Volume 2*: U543-U628. The Geological Society of America and the University of Kansas. New York.

Forner, E. 2009. *Gimnentome pizcuetana* (Vilanova, 1859): 150 anys de la descripció del primer fòssil castellonenc. *Ribalta. Quaderns d'aplicació didàctica i investigació*, 14: 129-138.

Forner, E. 2010. Patrimoni paleontològic de Xert. *Butlletí del Centre d'Estudis del Maestrat*, 82: 132-147.

Forner, E. 2011a. El patrimonio paleontológico

de Teruel y la conservación de los holotipos. *Butlletí de la Societat Castellonenca de Cultura*, Tom LXXXVI, gener-desembre 2010: 11-24.

Forner, E. 2011b. Assaig de catàleg de les espècies fòssils descrites a la província de Castelló. Comunicació al *2n Congrés sobre fauna castellonenca*. 25-27 de febrer 2011. Castelló de la Plana.

Forner, E. i Castany, J. 2010. Espècies fòssils descrites al Maestrat. Comunicació a les *Jornades d'Estudi del Maestrat*. 1-3 d'octubre, Rossell. *Butlletí del Centre d'Estudis del Maestrat*, n. 84: 108-118.

Forner, E. i Castany J. (en premsa) Estudi tafonòmic i paleoecològic del jaciment del Mas de Borràs (Morella, els Ports). *Nemus* 2.

François, E. Marchand, D. i David, B. 2003. Fluctuacions morphologiques et héterochronies chez *Toxaster* (échinides, Crétacé inférieur). *C.R. Palevol.,* 2: 597-605.

François, E. i David, B. 2006. Variations morphologiques des Toxaster (Echinoida: Spatangoida) en regard des fluctuacions spatiales (Arc de Castellane, SE France) et temporalles (Valanginien-Hauterivien) du milieu sédimentaire: espression d'un potentiel adaptatif restreint. *Geobios*, 39: 355-371.

Fürsich, F.T. 1990. Fossil concentrations and Life and Death Assemblages. In: D.E.G. Briggs, D.E.G. i Crowther P.R.(eds.). *Palaeobiology: A synthesis*: 235-239. Blacwell Scient. Publ. Cambridge.

Greenstein, B.J. 1991. An integrated Study of Echinoid Taphonomy: predictions for the fossil record of four echinoid families. *Palaios*, 6: 519-540.

Greenstein, B. J. 1993. Is the fossil record of regular Echinoids really so poor? A comparison of living and subfossil assemblages. *Palaios*, 8: 587-601.

Guimerà, J. 1984. Paleogene evolution of deformation in north eastern Iberian peninsula. *Geol. Mag*., 121: 413-420.

Kidwell, S.M., Fürsich, F.T. i Aigner, T. 1986. Conceptual framework for the analysis and classification of fossil concentrations. *Palaios*, 1: 228-238.

Kidwell, S.M. i Baumiller, T. 1989. Post-mortem disintegration of echinoids: effecte of tempreature, oxigenation, tumbling and algal coats. *Abstracts of the 28th International Geological Congress (Washington, D.C.)*, 2: 188-189.

Kidwell, S.M. i Baumiller, T. 1990. Experimental disintegration of regular echinoids: roles of temperature, oxygen and decay thresholds. *Paleobiology*, 16: 247-271.

Lambert, J. 1928. Note sur quelques Echinides du Crétacé d'Espagne comuniqués par M. le Prof. Royo y Gómez. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 28: 147-157.

Lambert, J. 1935. Échinides crétaces d'Espagne II. Sur quelques échinides crétaces d'Espagne, communiqués par M. le prof. Royo y Gómez. *Boletín de la Real Sociedad Española de Historia Natural*, 35: 521-526.

Lànderer, J. 1872. *Monografia paleontológica del piso áptico de Tortosa, Chert y Benifazá*. Casa Cárlos Bailly-Bailliere. Madrid.

Lovén, S. 1874. *Études sur les echinoidées*. Svenxka Vetenskapsakad., Handl., v. 11: 1-91, pl. 1-53.

Mallada, L. 1887. Sinopsis de las Especies fosiles que se han encontrado en España. III. Terreno Mesozoico. *Boletin Comisión Mapa Geológico de España*: 171 p., 64 làmines. Madrid.

Martinell, J. 1997. Tafonomía y paleoecología: reflexiones sobre un pacto necesario. *Cuadernos de Geología Ibérica*, 23: 137-152.

Martinell, J., Doménech, R. i Marquina, M.J. 1980. Premisas para el anàlisis paleoecològico. *Bol. R. Soc. Española Hist. Nat. (Geol.)*, 78: 133-140.

Moreno-Bedmar, J.A. & García, R. 2011. Análisis bioestratigráfico de los ammonoideos del Aptiense inferior (Creràcico Inferior) del Miembro Cap de Vineyet (Formación Margas de Forcall) de la subcuenca de Morella. Consideraciones sobre el límite Barremiense-Aptiense. *In*: Pérez-García, A., Gascó, F. Gasulla, J.M. & Escaso, F. (Eds.), *Viajando a Mundos*

Pretéritos. Ajuntament de Morella. Morella. 400 pp.

Nebelsick. 2004. Taphonomy of Echinoderms: introduction ant outlook. *In*: München-Heinzeller & Nebelsick Ed. *Echinoderms*. Tayor & Francis Group. London.

Paul, C.R.C. 1992. How complete does the fossil record have to be? *Revista Española de Paleontologia*, 7 (2): 127-133:

Porta, J. de. 1980. Curvas de supervivencia en poblaciones de moluscos fósiles. Aplicación a Hydrobia stagnalis y Cardium glaucum del Cuaternario del Cabo de Salou (Tarragona, España). *Com. Prim. Cong. Nac. Malac*.: 31-33.

Porta, J de. 1981. Some fundamental aspects of paleontological methodology: its problems and incidence. *Acta Geològica Hispànica*, 16: 45-53.

Prever. 1904. Osservazione sopra alcune nuove Orbitoides. *Atti Accad. R. della Scienze di Torino*, 39: 1-5.

Rat, Pierre. 1982. Factores condicionantes en el cretácico de España. *Cuadernos Geologia Ibérica*, 8: 1059-1076.

Reguant, S. 1991. Estratigrafía y registro fósil. *Acta Geològica Hispànica*, 26: 91-95.

Royo, C. 1995. Un nuevo árcido del Aptiense de Forcall. *Batalleria*, 5: 51-53.

Reig, J.M. i Calzada, S. 1993. Nuevos datos sobre la fauna albiense de Traiguera (Castellón). *Cuadernos de Geología Ibérica*, 17: 371-392.

Salas, R. 1986. El cicle cretaci inferior al marge oriental d'Ibèria. *In*: Folch i Guillèn, R. Ed.. *Història natural dels Països Catalans. 1 Geologia I.* 439 pp. Fundació Enciclopèdia Catalana. Barcelona.

Salas, R. i Guimerà, J. 1996. Rasgos estructurales principales de la cuenca cretàcica inferior del Maestrazgo (Cordillera Ibérica oriental). *Geogaceta*, 20 (7): 1704-1706. Madrid.

Salas, R. i Guimerà, J. 1997. Estructura y estratigrafía secuencial de la cuenca del Maestrazgo durante la etapa de Rift Jurásica superior – Cretácica inferior (Cordillera Iberica Oriental). *Boletín Geológico y Minero*, vol. 108-4 y 5: 393-402.

Salas, R., Colombo, F., Gàmez, D., Gómez, B., Gasulla, J.M., Martín-Closas, C., Moratalla, J., Panciotti, P., Querol, X. i Solé de Porta, N. 2003. *Guía de la Excursión. XIX Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología.* Morella, 31 pp.

Saura, M. i Castany, J. 2011. Fauna equínida (Echinodermata: Echinoidea) en el Cretácico del Maestrazgo. *In:* Tirado, M. i Castany, J. (Eds.) 2011. *Actes del 1r congrés sobre fauna castellonenca*: 31-36. Associació Grup Au d'Ornitologia. Castelló de la Plana.

Van Straelen, V. 1927. Contribution a l'étude des crustacés décapodes fossiles de la Peninsula Ibérique. *Eos, Revista Española de Entomología,* 3: 79-94.

Verneuil, E. de et Lorière, G. de. 1868. *Description des fossiles du Neocomien supérieur de Utrillas et ses environs (province de Teruel).* Imprimerie Edmond Monnoyer. Le Mans.

Vilanova, J. 1859. *Memoria geognóstico-agrícola sobre la provincia de Castellón*, Madrid, Eusebio E. Aguado. Edició facsímil, 1994, València, Librerías Paris-València.

Vilanova, J. 1870. *Ensayo de descripción geognóstica de la provincia de Teruel, en sus relaciones con la agricultura de la misma*. Junta General de Estadística. Madrid.

Villalba Currás, M. P. 1991. *Revisión de los equínidos del Cretácico inferior y medio español.* Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid. 900 p.

Villalba Currás, M. P. 2003a. Los equínidos regulares de la provincia de Castellón. *Nemus*, 1: 37-91.

Villalba Currás, M. P. 2003b. Los equínidos irregulares de la provincia de Castellón. *Nemus*, 1: 93-156.